



Nr. 1006

Fakultät 2
Institute der Fakultät 2
GB 1 (20 Ex)

Herausgegeben vom
Präsidenten der
Technische Universität
Braunschweig

Redaktion:
Geschäftsbereich 1
Spielmannstraße 12 a
38106 Braunschweig
Tel. +49 (0) 531 391-4306
Fax +49 (0) 531 391-4340

Datum: 24.09.2014

Sechste Änderung des Besonderen Teils der Prüfungsordnung für den Studiengang „Biotechnologie“ mit dem Abschluss „Master of Science“ an der Technischen Universität Braunschweig, Fakultät für Lebenswissenschaften

Hiermit wird die vom Fakultätsrat der Fakultät für Lebenswissenschaften am 19.08.2014 beschlossene und vom Präsidenten am 22.09.2014 genehmigte Sechste Änderung des Besonderen Teils der Prüfungsordnung für den Studiengang „Biotechnologie“ mit dem Abschluss „Master of Science“ an der Technischen Universität Braunschweig, Fakultät für Lebenswissenschaften hochschulöffentlich bekannt gemacht.

Die Änderung tritt am 01.10.2014 in Kraft.

Sechste Änderung des Besonderen Teils der Prüfungsordnung für den Master-Studiengang Biotechnologie mit dem Abschluss "Master of Science"

Der Besondere Teil der Prüfungsordnung für den Master-Studiengang Biotechnologie mit dem Abschluss "Master of Science", hochschulöffentliche Bekanntmachung am 03.09.2008 (TU-Verköndungsblatt Nr. 570), zuletzt geändert durch hochschulöffentliche Bekanntmachung vom 09.07.2013 (TU-Verköndungsblatt Nr. 899), wird auf Beschluss des Fakultätsrates der Fakultät für Lebenswissenschaften vom 19.08.2014 wie folgt geändert:

Abschnitt I

1. § 1 erhält folgende neue Fassung:

Nachdem die zum Bestehen der Master-Prüfung erforderlichen 120 Leistungspunkte erworben wurden, verleiht die Hochschule den Hochschulgrad "Master of Science" (abgekürzt: "M. Sc.") im Fach Biotechnologie. Über die Verleihung wird eine Urkunde in deutscher und englischer Sprache gemäß dem im Allgemeinen Teil der Prüfungsordnung enthaltenen Muster beigelegt. Außerdem wird ein Zeugnis in deutscher und englischer Sprache gemäß dem im Allgemeinen Teil der Prüfungsordnung enthaltenen Muster ausgestellt, dem ein Diploma Supplement in deutscher und englischer Sprache beigelegt wird. In der Anlage 1 befinden sich die Angaben zum Diploma Supplement, welche in das im Allgemeinen Teil der Prüfungsordnung vorgesehene Muster eingetragen werden.

2. § 2 wird wie folgt geändert:

a.) Absatz 3 wird wie folgt geändert:

aa.) In Satz 2 wird die Angabe „Anlage 4“ durch die Angabe „Anlage 2“ ersetzt.

bb.) In Satz 3 wird die Angabe „Anlage 5“ durch die Angabe „Anlage 3“ ersetzt.

b.) In Absatz 4 erhält Satz 1 folgende neue Fassung:

„Der erfolgreiche Abschluss eines Moduls setzt voraus, dass der Prüfling die zu dem Modul gehörenden Studien- und Prüfungsleistungen nach Anlage 2 erfolgreich absolviert, damit die Qualifikationsziele nach Anlage 3 erreicht und die entsprechenden Leistungspunkte erworben werden.“

3. In § 3 erhält Satz 1 folgende neue Fassung:

„Studienleistungen, die einem Modul zugeordnet sind, stellen keine Zulassungsvoraussetzungen für die Teilnahme an Modulprüfungen dar.“

4. § 4 wird wie folgt geändert:

a.) In Absatz 1 Satz 1 wird das Wort „Abschlusspräsentation“ durch das Wort „Referat“ ersetzt.

b.) In Absatz 2 Satz 1 wird die Angabe „§13“ durch die Angabe „§12“ ersetzt.

c.) In Absatz 4 wird die Angabe „Anlage 5“ durch die Angabe „Anlage 3“ ersetzt.

5. § 5 wird wie folgt geändert:

Die Angabe „Anlage 4“ wird ersetzt durch die Angabe „Anlage 2“.

6. § 8 wird gestrichen

7. § 9 wird § 8

8. In § 8 wird folgender Absatz 8 eingefügt:

Ergänzend zu § 14 Absatz 7 der Allgemeinen Prüfungsordnung wird festgelegt, dass für die Einhaltung der Abgabefrist der Poststempel maßgeblich ist.

9. §§ 10 -15 werden §§ 9 – 14

10. Die Anlagen 1a, 1b, 2a, 2b, 3a und 3b werden gestrichen.
11. Die Anlage 1 erhält die aus dem Anhang ersichtliche Fassung.
12. Die bisherige Anlage 4 wird nunmehr Anlage 2 und erhält die aus dem Anhang ersichtliche Fassung.
13. Die bisherige Anlage 5 wird nunmehr Anlage 3 und erhält die aus dem Anhang ersichtliche Fassung.

Abschnitt II

Diese Änderung tritt am 01.10.2014 in Kraft.

Für Studierende, die sich zur Zeit des Inkrafttretens dieser Änderung im 3. oder höheren Semester befinden, gelten die Anlagen zum Besonderen Teil der Prüfungsordnung in der bisherigen Fassung, sofern die Module noch angeboten werden. Zeugnisse, Urkunden und das Diploma Supplement werden jedoch nach dem Muster des Allgemeinen Teils der Prüfungsordnung in der jeweils aktuellen Fassung ausgestellt.

Auf Antrag können die Studierenden, die sich zur Zeit des Inkrafttretens dieser Änderung im 3. oder höheren Semester befinden, auch nach den neuen Vorschriften studieren und geprüft werden.

Anlage 1: Einzelheiten zum Inhalt des Diploma Supplements

2.2 Hauptstudienfach oder –fächer für die Qualifikation

Biotechnologie

2.5 Im Unterricht / in der Prüfung verwendete Sprachen

Deutsch, in einigen Fällen Englisch

3.1 Ebene der Qualifikation

Master-Studium

Zweiter berufsqualifizierender Hochschulabschluss

3.2 Dauer des Studiums (Regelstudienzeit)

2 Jahre (inklusive schriftlicher Abschlussarbeit), 120 ECTS Punkte

3.3 Zugangsvoraussetzungen

Bachelor of Science (Biotechnologie) oder äquivalenter Abschluss

4.2 Anforderungen des Studiengangs/Qualifikationsprofil des Absolventen/der Absolventin

Anforderungen des Studiengangs

Gegenstand dieses Masterstudiengangs sind alle Bereiche der modernen Biotechnologie. Die Studierenden befassen sich im Pflichtteil (in den ersten zwei Semestern) mit technischen, biologischen und chemischen Aspekten der Biotechnologie. Sie spezialisieren sich aber auch schon ab dem ersten Semester durch die Wahl eines von drei alternativen Wahlpflichtblöcken. Hierzu zählen Angewandte Zellbiologie, Angewandte Molekularbiologie sowie Bioprozesstechnik. In den Wahlpflichtbereichen können sich die Studierenden ein Programm aus einer größeren Auswahl zusammenstellen. Dazu gehören im Bereich der Angewandten Zellbiologie die Module Zellbiologie der Entwicklung und Funktion des zentralen Nervensystems; Biochemische Zellbiologie der filamentösen Pilze; Immunologie; Systembiologie; Biologie und Erkrankungen der Blutzellen; Immunabwehr und Antikörper sowie das Modul Zellbiologie humaner Erkrankungen. Zum Wahlpflichtbereich Angewandte Molekularbiologie gehören die Module Molekular- und Entwicklungsgenetik; Molekulare Mikrobiologie; Infektionsbiologie; Strukturbiochemie; Bioinformatik; Systembiologie sowie die Angewandte Molekulargenetik. In der Bioprozesstechnik dürfen die Studierenden aus den folgenden Modulen eine Auswahl treffen: Mechanische und Thermische Verfahrenstechnik; Biotechnologische Wertstoffproduktion; Reaktionskinetik; Technische Simulation und Anlagendesign; Systembiologie; Technische Chemie sowie Kohlenhydrattechnologie als auch die Analytik von Biomolekülen. In Pflicht- sowie Wahlpflichtbereichen erhalten die Studierenden neben der theoretischen auch eine umfassende praktische Ausbildung. Die Schlüsselkompetenz-Veranstaltungen beinhalten eine Berufsvorbereitung, eine biotechnologische Exkursion (beide obligatorisch) sowie erweiterte Sprachenkompetenz, überfachliche Veranstaltungen, Tutorientätigkeit und eine berufsqualifizierende Veranstaltung (zur freien Auswahl). Zusätzlich zu den Lehrveranstaltungen in den genannten Pflicht-, Wahlpflicht- und Schlüsselkompetenz-Bereichen ist eine Masterarbeit innerhalb eines Semesters zu erstellen. Dabei sollen die Studierenden ihre erworbenen Fachkenntnisse in einem biotechnologischen Anwendungsfeld vertiefen und ihre Kompetenzen um weitere praktische Erfahrungen ergänzen. Ziele des Studiengangs sind die Verbreiterung des Basiswissens in Biotechnologie, eine Spezialisierung (Vertiefung) im entsprechenden Wahlpflichtfach sowie das Verfassen einer wissenschaftlichen Arbeit. Der Abschluss des Masterstudiengangs Biotechnologie befähigt die Studierenden zur Promotion.

Qualifikationsprofil des Absolventen/der Absolventin

Die Absolventen/innen

- sind in der Lage, eine Berufstätigkeit als Biotechnologe/Biotechnologin auszuüben
- verfügen über erweiterte Grundkenntnisse der Biotechnologie

- besitzen vertiefte Spezialkenntnisse in einem Gebiet der Biotechnologie
- haben sich in einem der drei Wahlpflichtbereiche (Angewandte Zellbiologie, Angewandte Molekularbiologie, Bioprozesstechnik) spezialisiert
- können analytisch denken, komplexe Zusammenhänge erkennen, vorhandene Problemlösungen einschätzen und eigene entwickeln
- können praktische Laborarbeiten selbständig ausführen
- sind in der Lage, ihre Ergebnisse angemessen darzustellen
- können erfolgreich in einer Gruppe arbeiten und effizient mit verschiedenen Zielgruppen kommunizieren
- sind in der Lage, ihr eigenes Forschungsprojekt zu formulieren
- sind in der Lage, ihren Beitrag für eine wissenschaftliche Publikation zu liefern
- sind für eine Promotionsarbeit in Biotechnologie vorbereitet

4.4 Notensystem und Hinweise zur Vergabe von Noten

sehr gut ($1,0 \leq d \leq 1,5$), gut ($1,6 \leq d \leq 2,5$), befriedigend ($2,6 \leq d \leq 3,5$), ausreichend ($3,6 \leq d \leq 4,0$).

1,0 ist die beste Note, zum Bestehen der Prüfung ist mindestens die Note 4,0 erforderlich.

Bei $d \leq 1,2$ wird als Gesamtnote das Prädikat mit Auszeichnung vergeben.

Die Gesamtnote ergibt sich aus den nach Leistungspunkten gewichteten Einzelnoten.

Zum erfolgreichen Abschluss sind 120 Leistungspunkte erforderlich.

Ein Leistungspunkt entspricht einem Aufwand von 30 Stunden.

6.2 Informationsquellen für ergänzende Angaben

<http://www.tu-braunschweig.de/flw>

<http://www.tu-braunschweig.de/flw/studierende/biotechnologie>

2.2 Main Field(s) of Study

Biotechnology

2.5 Language(s) of Instruction/Examination

German, in some cases English

3.1 Level

Graduate

3.2 Official Length of Programme

2 years full-time study (120 ECTS credits)

3.3 Access Requirements

Bachelor of Science (Biotechnology) or equivalent

4.2 Programme Requirements/Qualification Profile of the Graduate

Programme Requirements

The program of study includes all aspects of modern biotechnology. Compulsory subjects for the students are technical, biological and chemical aspects of biotechnology (during the two initial semesters). Beginning with the first semester, the students specialize in one of three required disciplines: applied cell biology, applied molecular biology and biochemical engineering. Among these disciplines, students can select from a wide choice of modules, including cell biology of CNS development and function; biochemical cell biology of filamentous fungi; immunology; systems biology; biology and diseases of blood cells, immune defence and antibodies and cell biology of human diseases. In applied molecular biology, the students have the possibility to select their courses among the following modules: molecular genetics and genetics of development; molecular microbiology; biology of infections; structural biology; bioinformatics; systems biology as well as applied molecular genetics. As for the third alternative, biochemical engineering, the students also have the choice between these courses: mechanical and thermal process engineering; biotechnological routes to value-added products; reaction kinetics; technical simulation and design of process plants; systems biology; technical chemistry; carbohydrate technology as well as analytics of low- and high-

molecular biomolecules. As for compulsory and optional disciplines the students get a lot of experience in laboratory practice (beside theoretical aspects). Furthermore, the students are required to take courses which will improve their professional skills. Important keywords are language competence, transdisciplinary courses, social activities and a biotechnological excursion. Additionally to the fulfillment of the conditions concerning lectures, exercises, seminars and practical courses, the students have to write a master thesis during one semester. In the process of this work the students should deepen their acquired knowledge in one of the optional subjects and complement their competence and practical experience.

Aims of these studies are the broadening of the basic knowledge in biotechnology, the specialization in one of three alternative disciplines and the composition of a scientific thesis. In conclusion, at the end of their Master studies in Biotechnology the students are qualified to continue with a PhD-thesis.

Qualification Profile of the Graduates

Graduates:

- are able to work professionally in the field of Biotechnology
- possess a broadened knowledge of basics in Biotechnology
- have deepened special knowledge in one field of Biotechnology
- have specialized in one of three major fields (applied cell biology, applied molecular biology and biochemical engineering)
- are able to perform practical laboratory work on their own
- are able to think analytically, to recognize complex relationships, to assess available solutions and develop own solutions
- are able to present their results in an appropriate way
- are successfully able to work in a group and to communicate efficiently with different target groups
- are able to formulate their own research project
- are able to provide a contribution for a scientific paper
- are qualified for a PhD thesis

4.4 Grading System

excellent ($1.0 \leq d \leq 1.5$), good ($1.6 \leq d \leq 2.5$), satisfactory ($2.6 \leq d \leq 3.5$), sufficient ($3.6 \leq d \leq 4.0$).

1.0 is the highest grade; the minimum passing grade is 4.0.

In case $d \leq 1.2$ the degree is granted with honors.

The overall grade is the average of the student's grades weighted by the number of credits given for each course.

120 credit points are required in order to successfully obtain the degree.

One credit point represents 30 hours of student workload.

6.2 Further information sources

<http://www.tu-braunschweig.de/flw>

<http://www.tu-braunschweig.de/flw/studierende/biotechnologie>

Anlage 2: Modulübersicht inkl. Studienleistungen, Prüfungsleistungen und Leistungspunkten

1. Pflichtteil

Modul-Code	Modul-Bezeichnung	Studienleistungen	Prüfungen	Leistungs- punkte
Bt-MP 01	Reaktionskinetik und mechanische Verfahrenstechnik	Experimentelle Arbeit, mündliche Prüfung	Klausur oder mündliche Prüfung	9
Bt-MP 02	Molekulare Biotechnologie	Referat, Experimentelle Arbeit	Klausur oder mündliche Prüfung	11
Bt-MP 03	Analytische/Industrielle Aspekte der Biotechnologie		Klausur oder mündliche Prüfung	10
Bt-MP 04	Biokatalyse und Biosynthese		Klausur oder mündliche Prüfung	6
Bt-MP 05	Thermische Verfahrenstechnik	Experimentelle Arbeit, mündliche Prüfung	Klausur oder mündliche Prüfung	6

2. Wahlpflichtteil [die Studierenden haben sich zwischen den Blöcken A – C zu entscheiden]

Block A: Angewandte Zellbiologie [bei Wahl dieses Blocks: Soll = 42 LP]

Modul-Code	Modul-Bezeichnung	Studienleistungen	Prüfungen	Leistungs- punkte
Bt-MZ 01	Zellbiologie der Entwicklung und Funktion des zentralen Nervensystems	Referat, Experimentelle Arbeit	Klausur oder mündliche Prüfung	10
Bt-MZ 02	Biochemische Zellbiologie der filamentösen Pilze	Experimentelle Arbeit	Klausur oder mündliche Prüfung	10
Bt-MZ 03	Immunologie	Experimentelle Arbeit	Referat	10
Bt-MZ 04	Systembiologie	Experimentelle Arbeit	Referat	10
Bt-MZ 05	Biologie und Erkrankungen der Blutzellen, Immunabwehr und Antikörper	Experimentelle Arbeit	Klausur oder mündliche Prüfung	10
Bt-MZ 06	Zellbiologie humaner Erkrankungen	Referat	Klausur oder mündliche Prüfung	10
Bt-MZ 07	Alternatives Modul zur Angewandten Zellbiologie	nach Absprache	Klausur oder mündliche Prüfung	10
Bt-MZ 08	Angewandte Zellbiologie in Forschung und Praxis [Pflicht]	Experimentelle Arbeit	Referat	12

Block B: Angewandte Molekularbiologie [bei Wahl dieses Blocks: Soll = 42 LP]

Modul-Code	Modul-Bezeichnung	Studienleistungen	Prüfungen	Leistungs- punkte
Bt-MM 01	Molekulargenetik für Fortgeschrittene	Experimentelle Arbeit	Klausur oder mündliche Prüfung	10
Bt-MM 02	Entwicklungsgenetik	Experimentelle Arbeit	Klausur oder mündliche Prüfung	10
Bt-MM 03	Molekulare Mikrobiologie für Fortgeschrittene	Experimentelle Arbeit	Klausur oder mündliche Prüfung	10
Bt-MM 04	Infektionsbiologie	Experimentelle Arbeit	Klausur oder mündliche Prüfung	10
Bt-MM 05	Strukturbiologie	Referat, Experimentelle Arbeit	Klausur oder mündliche Prüfung	10
Bt-MM 06	Bioinformatik für Fortgeschrittene		Referat	10
Bt-MM 07	Systembiologie	Experimentelle Arbeit	Referat	10
Bt-MM 08	Angewandte Molekulargenetik	Experimentelle Arbeit	Klausur oder mündliche Prüfung	10
Bt-MM 09	Alternatives Modul zur Angewandten Molekularbiologie	nach Absprache	Klausur oder mündliche Prüfung	10
Bt-MM 10	Angewandte Molekularbiologie in Forschung und Praxis [Pflicht]	Experimentelle Arbeit	Referat	12

Block C: Bioprozesstechnik [bei Wahl dieses Blocks: Soll = 42 LP]

Modul-Code	Modul-Bezeichnung	Studienleistungen	Prüfungen	Leistungspunkte
Bt-MB 01	Mechanische Verfahrenstechnik für Fortgeschrittene	Experimentelle Arbeit	Klausur oder mündliche Prüfung	10
Bt-MB 02	Thermische Verfahrenstechnik für Fortgeschrittene	Experimentelle Arbeit	Klausur oder mündliche Prüfung	10
Bt-MB 03	Biotechnologische Wertstoffproduktion für Fortgeschrittene	Experimentelle Arbeit	Klausur oder mündliche Prüfung	10
Bt-MB 04	Reaktionskinetik	Experimentelle Arbeit	Klausur oder mündliche Prüfung	10
Bt-MB 05	Technische Simulation und Anlagendesign		Klausur oder mündliche Prüfung	10
Bt-MB 06	Technische Chemie	Experimentelle Arbeit	Klausur oder mündliche Prüfung	10
Bt-MB 07	Kohlenhydrattechnologie	Hausarbeit	Klausur oder mündliche Prüfung	10
Bt-MB 08	Analytik nieder- und hochmolekularer Biomoleküle		Klausur oder mündliche Prüfung	10
Bt-MB 09	Systembiologie	Experimentelle Arbeit	Referat	10
Bt-MB 10	Alternatives Modul zur Bioprozesstechnik	nach Absprache	Klausur oder mündliche Prüfung	10
Bt-MB 11	Bioprozesstechnik in Forschung und Praxis [Pflicht]	Experimentelle Arbeit	Referat	12

3. Schlüsselkompetenzen (Soll: 6 Leistungspunkte)

(P = Pflicht; W = Wahl)

Modul-Code	Modul-Bezeichnung u. Lehrveranstaltung	Studienleistungen	Leistungspunkte	P/W
Bt-MS 01	Überfachliche Qualifikation und Professionalisierung		6	P
	<ul style="list-style-type: none"> Berufsvorbereitung Biotechnologische Exkursion Erweiterte Sprachenkompetenz 	Klausur oder mündliche Prüfung	1 1 0-4	P P W
	<ul style="list-style-type: none"> Überfachliche Veranstaltungen, z.B. aus dem Poolmodell, oder Tutorientätigkeit Berufqualifizierende Veranstaltung, z.B. Exkursion, Seminar 	Klausur oder mündliche Prüfung	0-4 0-2	W W

4. Masterarbeit (Pflicht: 30 Leistungspunkte)

Modul-Code	Modul-Bezeichnung	Prüfungsform	Leistungspunkte
Bt-MP 06	Masterarbeit	Experimentelle Arbeit	30

Anlage 3: "M.Sc.-Biotechnologie: Qualifikationsziele der Module"

1. Pflichtbereich

Bt-MP 01 Reaktionskinetik und Mechanische Verfahrenstechnik

In den „Grundlagen der Reaktionskinetik biologischer Systeme“ erwerben die Studierenden Kompetenz in enzymatischen Reaktionsprozessen und -kinetiken, deren mathematischer Formulierung und technischer Anwendung in kontinuierlichen und diskontinuierlichen Verfahren. In den „Grundlagen der Mechanischen Verfahrenstechnik“ erlangen sie grundlegende Kenntnisse über die Bewegung und Wechselwirkungen von Partikeln sowie Partikelgrößenanalysen und lernen die Grundoperationen der Mechanischen Verfahrenstechnik (Zerkleinern, Zellaufschluss, Agglomerieren, Trennen, Mischen) kennen.

Bt-MP 02 Molekulare Biotechnologie

Die Studierenden erhalten praktische und theoretische Kenntnisse über rekombinante Proteine, insbesondere Antikörper, über ihr molekulares Design, ihre Generierung und Produktion, sowie ihre Relevanz für Anwendungen in Forschung, Diagnostik und Therapie. Sie erhalten Kompetenz zu neuen molekularen biotechnologischen Methoden von der Gentherapie bis zur synthetischen Biologie.

Bt-MP 03 Analytische/Industrielle Aspekte der Biotechnologie

Die Studierenden sind mit den Grundlagen der wichtigsten physikochemischen Methoden zur Aufklärung biomolekularer Wechselwirkungen und Strukturen vertraut und sind in der Lage zu entscheiden, mit welcher modernen oder traditionellen Methode solche biochemischen Fragestellungen am effizientesten zu beantworten sind. Sie kennen Grenzen und den Dynamikbereich dieser Methoden sowie die Bedeutung, die die Struktur und Dynamik von Biomolekülen für ihre Funktion besitzen. Die Studierenden sind befähigt einzuordnen, welche Verfahren zur Untersuchung von Biomolekülen und zur Beantwortung biomolekularer Fragestellungen in den verschiedenen Umgebungen von Industrie- oder Grundlagenforschung geeignet sind. In der Vorlesung „Weiße Biotechnologie“ (Synonym für Industrielle Biotechnologie) erlangen die Studierenden vertiefte theoretische Kenntnisse über die Nutzung biologischer, insbesondere mikrobieller Systeme zur Gewinnung ökonomisch wertvoller Bio- bzw. Feinchemikalien. Dazu gehören z.B. das Wissen über die Biosynthese interessanter Produkte des Primär- bzw. des Sekundärstoffwechsels oder von Gärungsprodukten sowie die Modifikation der natürlichen Regulationsmechanismen für die Überproduktion von Intermediaten oder Endprodukten mittels molekularbiologischer und bioprozesstechnischer Methoden. Die Studierenden erlangen Theorie- u. Praxis-Kompetenz in Instrumenteller Analytik am Bioreaktor zur Bestimmung physikalischer Messgrößen sowie Gas- und Flüssigphase-Konzentrationen unter Verwendung physikalischer, chemischer oder biologischer Sensoren.

Bt-MP 04 Biokatalyse und Biosynthese

Die Studierenden erreichen theoretische Kompetenzen in der Biokatalyse. Sie beschäftigen sich mit den Grundlagen der Struktur, Kinetik und Anwendung von Enzymen und Mikroorganismen, ihrer Immobilisierung und Charakterisierung und ihrer Anwendung in Reaktoren und Prozessen. In der Chemie der Naturstoffe erlangen die Studierenden theoretische Kompetenz. Sie eignen sich Kenntnisse über primäre und sekundäre Naturstoffe, insbesondere Lipide, Polyketide, Terpene, Aminosäuren, nicht-ribosomale Peptide und Alkaloide an.

Bt-MP 05 Thermische Verfahrenstechnik

In der „Thermischen Verfahrenstechnik“ eignen sich die Studierenden grundlegende Kenntnisse über Phasengleichgewichte und Wärmeübergänge an. Des Weiteren werden sie befähigt, thermische Trennverfahren mit einem besonderen Augenmerk auf Adsorption, Extraktion und Chromatographie zu verstehen.

2. Wahlpflichtbereich

Block A: Angewandte Zellbiologie

Bt-MZ 01 Zellbiologie der Entwicklung und Funktion des zentralen Nervensystems

Die Studierenden erhalten vertiefende Kenntnisse über molekulare und zellbiologische Grundlagen der Entwicklung und Funktion des Nervensystems von Wirbeltieren sowie mit diesen Prozessen zusammenhängenden Erkrankungen.

Hierbei erwerben sie die Fähigkeit, molekulargenetisches und zellbiologisches Grundlagenwissen auf aktuelle Forschungsthemen zu übertragen und das Zusammenspiel zellbiologischer Strukturen und ihrer Regulation in der Entstehung, Reifung und Funktion eines komplexen Organs zu erkennen und zu interpretieren. Diese Kenntnisse stellen wichtige Voraussetzungen für die Etablierung genetischer Krankheitsmodelle dar.

Bt-MZ 02 Biochemische Zellbiologie der filamentösen Pilze

Die Studierenden eignen sich Kompetenzen in molekularen Mechanismen, der Funktion und Regulation von Proteinen und ihrer Bedeutung in zellulären Prozessen, der Zelldifferenzierung, der Interaktion von Zellkompartimenten und der Signal-Weiterleitung an. Sie werden befähigt, diese Kompetenzen zur Lösung angewandt-biotechnologischer Fragestellungen einzusetzen.

Bt-MZ 03 Immunologie

Teilnehmer dieses Moduls erlangen ein Verständnis der biochemischen und zell-biologischen Vorgänge der Immunantwort und lernen die wichtigsten Arbeitsgebiete der Immunologie kennen. Weiterhin erlernen sie die molekularen Grundlagen ausgewählter immunologischer Erkrankungen des Menschen sowie neuartige Behandlungsmöglichkeiten, insbesondere mit rekombinanten Antikörpern.

Bt-MZ 04 Systembiologie

In einem kombinierten theoretisch/experimentellen Ansatz erwerben die Studierenden Kenntnisse, die sie befähigen, systembiologische Modelle zu entwickeln, komplexe biologische Netzwerke zu modellieren und unter bestimmten biotechnologischen Fragestellungen auszuwerten.

Bt-MZ 05 Biologie und Erkrankungen der Blutzellen, Immunabwehr und Antikörper

Die Studierenden erhalten vertiefende Kenntnisse über biologische und genetische Grundlagen der Funktion der verschiedenen Blutzellen im Menschen sowie zu den Ursachen und Konsequenzen pathologischer Veränderungen. Ebenso erhalten sie Kenntnisse über Vorgänge der angeborenen und adaptiven Immunität und der B-Zell und T-Zell Entwicklung. Sie erwerben vertiefende Kenntnisse über zellbiologische und molekularbiologische Vorgänge während der Entwicklung der Immunzellen und die räumliche Struktur und Funktion des Antikörpermoleküls. Weiterhin lernen die Studierenden die Herstellung und Anwendung rekombinanter Antikörper kennen. Darüber hinaus erwerben sie die Fähigkeit, zellbiologisches und genetisches Grundlagenwissen auf anwendungsorientierte Forschung zu übertragen und die interdisziplinäre Herangehensweise translationaler Forschung selbständig zu bewerten sowie physiologische und pathophysiologische Konsequenzen benigner und maligner hämatopoietischer Erkrankungen zu erkennen.

Bt-MZ 06 Zellbiologie humaner Erkrankungen

Die Studierenden erhalten vertiefende Kenntnisse in zell- und entwicklungsbiologischen Vorgängen bei der Pathogenese humaner Erkrankungen. Aufbauend auf molekulargenetischen und zellbiologischen Grundlagen erwerben die Studierenden die Fähigkeiten, Ursachen und Wirkung humaner Krankheitsprozesse zu verstehen und sowohl grundlagenbasierte als auch anwendungsorientierte Forschungsmethoden zu bewerten, die diagnostisch und therapeutisch in Patienten und in Tiermodellen angewendet werden.

Bt-MZ 07 Alternatives Modul zur Angewandten Zellbiologie

Um in der Angewandten Zellbiologie eine hohe Bandbreite an Wissen vermittelt zu bekommen bzw. der spezifischen Neigung für bestimmte Themen zu entsprechen, kann a) nach Rücksprache mit Dozenten der Biowissenschaften und b) nach Genehmigung durch den Mentor oder die Mentorin für den Wahlpflichtbereich „Angewandte Zellbiologie“ ein alternatives Modul von den Studierenden gewählt werden.

Bt-MZ 08 Angewandte Zellbiologie in Forschung und Praxis

In diesen Veranstaltungen für fortgeschrittene Studierende werden durch Integration in ein laufendes Forschungsprojekt der "Angewandten Zellbiologie" aktuelle Fragestellungen theoretisch und praktisch bearbeitet. Im Seminar werden aktuelle zellbiologische Themen behandelt. Dieses Modul qualifiziert in hervorragender Weise für die Erstellung einer Masterarbeit.

Block B: Angewandte Molekularbiologie

Bt-MM 01 Molekulargenetik für Fortgeschrittene

Die Studierenden werden befähigt komplexe genetische Systeme zu verstehen. Dazu zählen die genetischen Grundlagen der Interaktion von Organismen und das Studium von experimentellen Originalarbeiten.

Bt-MM 02 Entwicklungsgenetik

In der Vorlesung vertiefen die Studierenden ihre Kenntnisse der Prinzipien der Entwicklungsbiologie/Genetik der Tiere. Im Mittelpunkt des Praktikums steht die Embryogenese von *C. elegans*. Analyse von embryonalen Mutanten mit modernsten mikroskopischen Methoden (4-D Mikroskopie). Die selbständig erarbeiteten Ergebnisse werden wissenschaftlich analysiert, dargestellt und diskutiert.

Bt-MM 03 Molekulare Mikrobiologie für Fortgeschrittene

Die Studierenden erwerben spezielle Kenntnisse über molekulare Mechanismen bakterieller Anpassungsstrategien und erwerben dabei ein Verständnis für komplexe regulatorische Zusammenhänge und molekulare Wechselwirkungen. Die Theorie soll durch Experimente gefestigt werden, wobei besonders die Planung und Durchführung von Versuchen geübt und sich mit grafischen und Computer gestützten Analysemethoden vertraut gemacht werden soll, die eine Dokumentation und Interpretation der Ergebnisse ermöglichen.

Bt-MM 04 Infektionsbiologie

Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse über pathogene Mikroorganismen und die durch sie verursachten Erkrankungen. Sie erlernen, wie pathogene Erreger mit ihren Wirten interagieren, sie für ihre Zwecke nutzen bzw. schädigen und wie der Wirt sich gegen die verschiedenen Infektionserreger verteidigt (Immunreaktion). Sie erlernen zudem grundlegende und neu entwickelte molekulare und zellbiologische Techniken, die in der Infektionsbiologie aktuell verwendet werden.

Bt-MM 05 Strukturbioologie

Die Studierenden erhalten Kenntnisse der theoretischen Grundlagen und praktische Einblicke in die folgenden Verfahren der Strukturbioologie: Proteinreinigung, Probenvorbereitung, Kristallisation, Datensammlung und –prozessierung, Strukturbestimmung mittels Röntgenkristallographie und NMR, Strukturverfeinerung und –validierung, Struktur/Funktions-Beziehungen, Nutzung von Strukturdatenbanken.

Bt-MM 06 Bioinformatik für Fortgeschrittene

Die Studierenden erwerben im Seminar theoretische Kenntnisse in der Kombination von Werkzeugen der Bioinformatik auf Themen der Biochemie, Zell- und Strukturbioologie sowie den molekularen Netzwerken von Organismen. Ihre theoretisch erworbenen Kenntnisse festigen sie in den Übungen.

Bt-MM 07 Systembiologie

In einem kombinierten theoretisch/experimentellen Ansatz erwerben die Studierenden Kenntnisse, die sie befähigen, systembiologische Modelle zu entwickeln, komplexe biologische Netzwerke zu modellieren und unter bestimmten biotechnologischen Fragestellungen auszuwerten.

Bt-MM 08 Angewandte Molekulargenetik

Im Rahmen der Vorlesung sollen die bereits erlernten Grundlagen der Biologie filamentöser Pilze vertieft sowie das Wissen um die Bedeutung der Pilze in der Grundlagen- und angewandten Forschung erweitert werden.

Im Praktikum soll allgemein die experimentelle Bearbeitung einer speziellen wissenschaftlichen Fragestellung erlernt werden (wie werden Experimente sinnvoll geplant, durchgeführt und ausgewertet; wie werden die erhaltenen Ergebnisse dokumentiert und kritisch interpretiert?). Im Speziellen werden anhand pilzlicher Modellorganismen molekularbiologische und genetische Methoden erlernt, um die Funktionsweise eukaryotischer Zellen zu analysieren und zu manipulieren. Die vermittelten Methoden bilden auch die Grundlage für die Manipulation filamentöser Pilze in biotechnologischen Anwendungen.

Bt-MM 09 Alternatives Modul zur Angewandten Molekularbiologie

Um in der Angewandten Molekularbiologie eine hohe Bandbreite an Wissen vermittelt zu bekommen bzw. der spezifischen Neigung für bestimmte Themen zu entsprechen, kann a) nach Rücksprache mit Dozenten der Biowissenschaften und b) nach Genehmigung durch den Mentor oder die Mentorin für den Wahlpflichtbereich „Angewandte Molekularbiologie“ ein alternatives Modul von den Studierenden gewählt werden.

Bt-MM 10 Angewandte Molekularbiologie in Forschung und Praxis

In diesen Veranstaltungen für fortgeschrittene Studierende werden durch Integration in ein laufendes Forschungsprojekt der „Angewandten Molekularbiologie“ aktuelle Fragestellungen theoretisch und praktisch bearbeitet. Im Seminar werden aktuelle molekularbiologische Themen behandelt. Dieses Modul qualifiziert in hervorragender Weise für die Erstellung einer Masterarbeit.

Block C: Bioprozesstechnik

Bt-MB 01 Mechanische Verfahrenstechnik für Fortgeschrittene

Die Studierenden erwerben vertiefende Kenntnisse bezüglich der Partikelgrößenanalyse und den Grundoperationen Zerkleinern, Trennen und Granulieren sowie eine Einführung in das Verhalten und die Durchströmung von Schüttgütern. Darüber hinaus erwerben die Studierenden Kenntnisse in der Formulierung von flüssigen und festen Produkten.

Bt-MB 02 Thermische Verfahrenstechnik für Fortgeschrittene

Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse bezüglich der Phasengleichgewichte Flüssig-Fest und Flüssig-Dampfförmig (ideal und nicht-ideal) sowie eine Einführung in die Grundoperationen Kristallisation, Rektifikation, Absorption, thermische Trocknung und Membranverfahren.

Bt-MB 03 Biotechnologische Wertstoffproduktion für Fortgeschrittene

Die Studierenden erlangen vertiefte theoretische Kenntnisse über die Optimierung und Auslegung biotechnologischer Systeme und Prozesse und ihren Einsatz in der nachhaltigen Produktion von Wertstoffen. Dazu gehören u.a. Lehrinhalte über die systemweite Analyse mikrobieller Systeme mittels experimenteller Omics-Technologien und metabolischer Netzwerkmodelle sowie über die gezielte Optimierung und das Design maßgeschneiderter Zellfabriken mit Methoden des Metabolic Engineering und der Synthetischen Biotechnologie. Dies wird ergänzt durch Konzepte und Anwendungsbeispiele der nachhaltigen, industriellen Bioproduktion. Darüber hinaus erlangen die Studierenden praktische Kompetenz bei der biotechnologischen Herstellung von Wert- und Wirkstoffen.

Bt-MB 04 Reaktionskinetik

Erwerb vertiefter Kenntnisse über Mikro- und Makrokinetiken. Die Studierenden werden dazu befähigt, Kenntnisse über heterogene Katalyse in praktische Anwendungen zu überführen. Die Studierenden beherrschen ferner reaktionskinetische / reaktionstechnische Begriffe sowie die Prinzipien der Thermodynamischen Grundlagen biologischer/chemischer Reaktionen, der Mikrokinetik homogener Gas- und Flüssigkeitsreaktionen und der Makrokinetik bei Gas/Feststoff- und Fluid/Fluid-Reaktionen. Die Studierenden werden anhand von Versuchen zu Enzymreaktionen und Wachstumskinetiken von Mikroorganismen (Bakterien, Pilze) befähigt, Substratverbrauchs- und Produktbildungskinetiken zu bestimmen.

Bt-MB 05 Technische Simulation und Anlagendesign

Computer Aided Process Engineering (Introduction): Application of software products in an integrated environment; transfer of process functionalities into simulation, handling of physical properties, flowsheet simulation, equipment selection and sizing, process optimization, energy integration. Computer Aided Process Engineering (Design verfahrenstechnischer Anlagen): Die Studierenden kennen die wesentlichen Prozessschritte zur Entwicklung und Gestaltung eines verfahrenstechnischen Prozesses. Sie kennen die erforderlichen Informationen (stofflich, sicherheitstechnisch, reaktionstechnisch etc.) und können diese aus geeigneten Quellen beschaffen. Unter Nutzung einer Fließbildsimulation können sie einen quantitativen Verfahrensentwurf erstellen. Für die wesentlichen Apparate (Wärmeübertrager, Kolonnen) können sie geeignete Bauformen auswählen und diese anforderungsgerecht dimensionieren. Unter Beachtung logistischer und sicherheitstechnischer Aspekte können sie einen Anlagenentwurf erstellen und diesen in geeigneter Form präsentieren.

Bt-MB 06 Technische Chemie

Die Studierenden verstehen die Einflüsse des Vermischungsverhaltens (ideale und reale Reaktoren) und von Wärmeeffekten auf den Umsatz und die Selektivität in Abhängigkeit von der Reaktionsordnung (Makrokinetik). Bei Mehrphasenreaktionen (Fluid/Fluid- und Fluid/Feststoff-Reaktionen, heterogene Katalyse) wird der Einfluss von Transportwiderständen und die mögliche Kopplung von Stoff- und Wärmebilanzen verstanden. Die Studierenden kennen die Geschichte und Organisationsstrukturen der Chemischen Industrie und haben Grundkenntnisse zu Verfahrensentwicklung, Patentrecht, Erdölförderung und -verarbeitung, organische und anorganische Basischemikalien, Polymerisationstechnik und Polymere, biotechnologischen Produktion.

Bt-MB 07 Kohlenhydrattechnologie

Die Studierenden können anhand der Zusammensetzung von Biorohstoffen (z.B. Zuckerrübe, Getreide) geeignete Systeme von Unit Operations der technischen Chemie aufstellen, um so die gewünschten Produkte (z.B. Zucker, Stärke, HFCS (Maissirup) und deren Derivate) zu gewinnen. Des Weiteren besitzen sie Kenntnisse zur nachhaltigen Behandlung/Gewinnung von Sekundärprodukten mit biotechnischen Systemen aus den bei allen technischen Prozessen anfallenden Abwasser-, Abgas-, und Abfallströmen.

Bt-MB 08 Analytik nieder- und hochmolekularer Biomoleküle

Die Studierenden erwerben Kenntnisse über die Analytik von Naturstoffen mit den chemischen Methoden MS, NMR, Chromatographie und Isolierung.

Bt-MB 09 Systembiologie

In einem kombinierten theoretisch/experimentellen Ansatz erwerben die Studierenden Kenntnisse, die sie befähigen, systembiologische Modelle zu entwickeln, komplexe biologische Netzwerke zu modellieren und unter bestimmten biotechnologischen Fragestellungen auszuwerten.

Bt-MM 10 Alternatives Modul zur Bioprozesstechnik

Um in der Bioprozesstechnik eine hohe Bandbreite an Wissen vermittelt zu bekommen bzw. der spezifischen Neigung für bestimmte Themen zu entsprechen, kann a) nach Rücksprache mit Dozenten der Biowissenschaften bzw. des Maschinenbaus und b) nach Genehmigung durch den Mentor oder die Mentorin für den Wahlpflichtbereich „Bioprozesstechnik“ ein alternatives Modul von den Studierenden gewählt werden.

Bt-MM 11 Bioprozesstechnik in Forschung und Praxis

In diesen Veranstaltungen für fortgeschrittene Studierende werden durch Integration in ein laufendes Forschungsprojekt der „Bioprozesstechnik“ aktuelle Fragestellungen theoretisch und praktisch bearbeitet. Im Seminar werden aktuelle bioprozesstechnische Themen behandelt. Dieses Modul qualifiziert in hervorragender Weise für die Erstellung einer Masterarbeit.

3. Schlüsselkompetenzen

Bt-MS 01 Überfachliche Qualifikation und Professionalisierung

In der "Berufsvorbereitung" lassen sich die Studierenden über Berufseinstiegsmöglichkeiten in Industrie, Forschung und über eine Promotion informieren. Durch die biotechnologische Exkursion erhalten sie Einblicke in die Unternehmenskultur.

In der "erweiterten Sprachenkompetenz" erwerben die Studierenden Fähigkeiten in der Kommunikation über den eigenen Kulturkreis hinaus. Außerdem dient die Verbesserung der Fremdsprachenkenntnisse dem Umgang mit internationaler Fachliteratur.

In den "Überfachlichen Veranstaltungen, z.B. aus dem Poolmodell" können die Studierenden aus einem vielfältigen Angebot wählen. Die Studierenden erwerben hier eine fachübergreifende Fortbildung und Erweiterung ihres Wissens- und Erfahrungshorizontes. Hinsichtlich der "Tutorientätigkeit" werden die Studierenden in die Lage versetzt, Lerngruppen oder Praktikanten anzuleiten und somit ihre soziale Kompetenz in der Praxis zu üben.

4. Masterarbeit

Bt-MP 06 Masterarbeit

Nachdem die Studierenden sich vertiefte Spezialkenntnisse in einem Gebiet der Biotechnologie (z.B. in einem Wahlpflichtbereich) angeeignet haben, analytisch denken und komplexe Zusammenhänge erkennen können, wenden sie dies in einer Forschungs- bzw. Masterarbeit auf einem Gebiet der Biotechnologie an. Sie wählen dabei ein Thema aus den Bereichen Angewandte Zellbiologie, Angewandte Molekularbiologie oder Bioprozesstechnik; auch Kombinationen dieser Bereiche sind möglich. Sie lernen in diesem Zusammenhang, Fremdliteratur aufzugreifen und für eigene Forschungsarbeiten zu nutzen, das eigene Forschungsprojekt vor kleinem Auditorium zu formulieren, die Arbeitsergebnisse angemessen darzustellen, erfolgreich in einer Gruppe zu arbeiten und effizient mit verschiedenen Zielgruppen zu kommunizieren. Das abschließende Verfassen der schriftlichen Masterarbeit übt für das Erstellen einer wissenschaftlichen Publikation. Der erfolgreiche Abschluss befähigt die Absolventen, eine adäquate Berufstätigkeit als Biotechnologe bzw. als Biotechnologin auszuüben oder eine Promotionsarbeit in einem biotechnologischen Forschungsbereich durchzuführen.